

## 考古遺構と背景天体の可視化ソフトウェア

# arcAstroVR 用 地形生成 QGIS Plugin

## 「terrain maker for arcAstroVR」

2021年11月28日

### 目次

1. 概要.....	2
2. インストール.....	2
2-1. QGIS のインストール.....	2
2-2. Plugin のインストール.....	3
3. GIS(地理情報システム)の基本.....	4
3-1. データ種別.....	4
3-2. 楕円体高・ジオイド・標高.....	5
3-3. 投影方式.....	6
4. arcAstroVR の地形フォーマット.....	6
5. arcAstroVR 用地形の作成.....	7
5-1. テクスチャレイヤの作成.....	7
5-2. 標高レイヤの作成.....	8
5-2-1. 標高データの準備.....	8
宇宙航空研究開発機構(JAXA): ALOS World 3D - 30m (AW3D30).....	9
経済産業省/米国航空宇宙局(NASA): ASTER 全球3次元地形データ.....	9
国土地理院: 基盤地図情報数値標高モデル DEM5A.....	10
5-2-2. GeoTiff ファイルの登録と統合.....	12
5-3. ジオイドレイヤの作成.....	14
5-4. マスクレイヤの作成.....	15
5-5. Plugin による arcAstroVR 用地形データの出力.....	16
5-6. arcAstroVR 用のデータセット作成.....	18
問い合わせ先.....	19

# 1. 概要

本ソフトウェアは QGIS を使用して arcAstroVR 用の地形データを作成するためのプラグインです。QGIS は無料で公開されている地理情報システム（GIS：Geographic Information System）で、さまざまな形式の地図ファイルの位置やサイズを自動的に調整し、各種図法に変換して表示することができます。ご自身で用意された標高データや画像データを QGIS に読み込ませることによって、arcAstroVR に必要な以下の 4 種類のデータ作成が可能になります。

- ・ 300km 四方サイズの基本地形データ（terrain11.raw～terrain33.raw）
- ・ 任意の解像度とサイズの詳細地形データ（terrain00.raw）
- ・ 基本地形データ用テクスチャ（terrain11.jpg～terrain33.jpg）
- ・ 詳細地形データ用テクスチャ（terrain00.jpg）

基本的な作業の流れとしては、QGIS に以下の 5 つのレイヤ

- ・ 300km 四方・解像度 30m の陰影標高ラスタレイヤ
- ・ 解像度 0.1～10m の陰影標高ラスタレイヤ
- ・ ジオイド用陰影標高ラスタレイヤ
- ・ テクスチャ用ラスタレイヤ
- ・ 標高調整用マスクベクターレイヤ

を用意し、本プラグインで上記レイヤを指定・実行することで、arcAstroVR 用地形データが作成されます。

## 2. インストール

### 2-1. QGIS のインストール

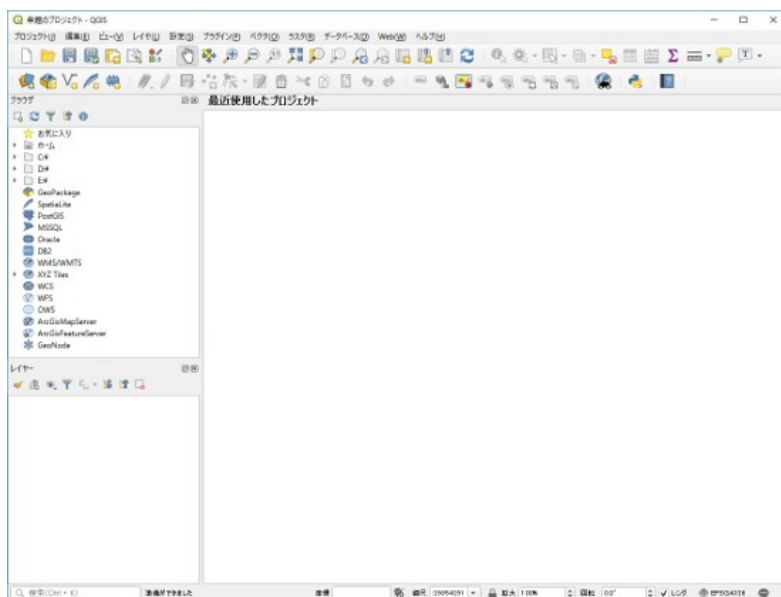
QGIS には Windows 用、Mac 用、Linux 用があり、以下の URL からダウンロードすることができます。

<https://qgis.org/ja/site/forusers/download.html>

なお、本 Plugin は QGIS Ver.3 以上に対応しております。Ver.2 以前をお使いの場合は、最新版をダウンロードしてご利用ください。

QGIS のインストーラを実行させると、

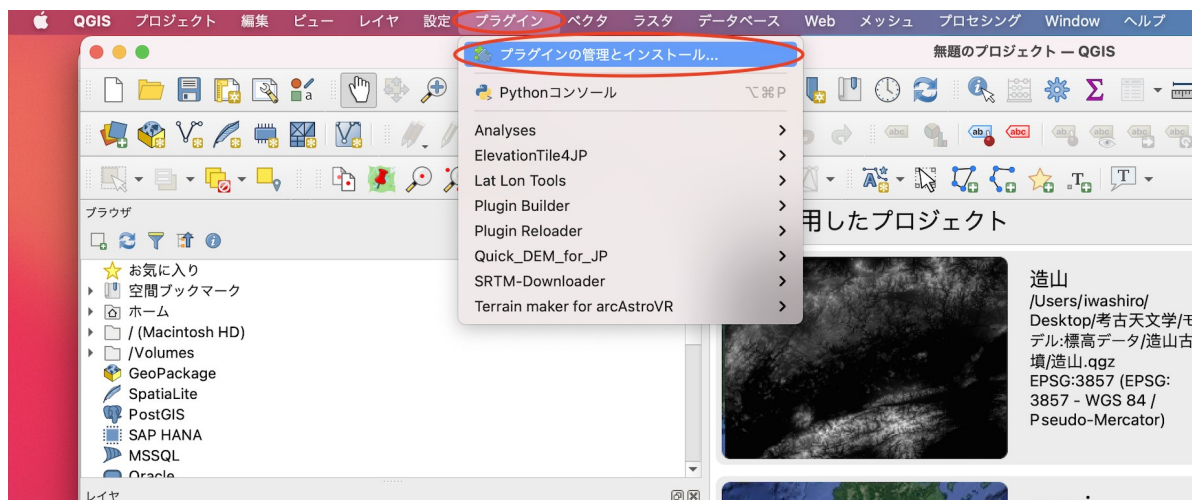
- ・ 規約の同意
  - ・ インストール先の指定
  - ・ インストールコンポーネントの選択
- の流れでインストールが実行されます。この時、全てデフォルト状態の「OK」「次へ」等で進めて構いません。インストールが終了し、QGIS を起動させると、右のような画面が表示されます。



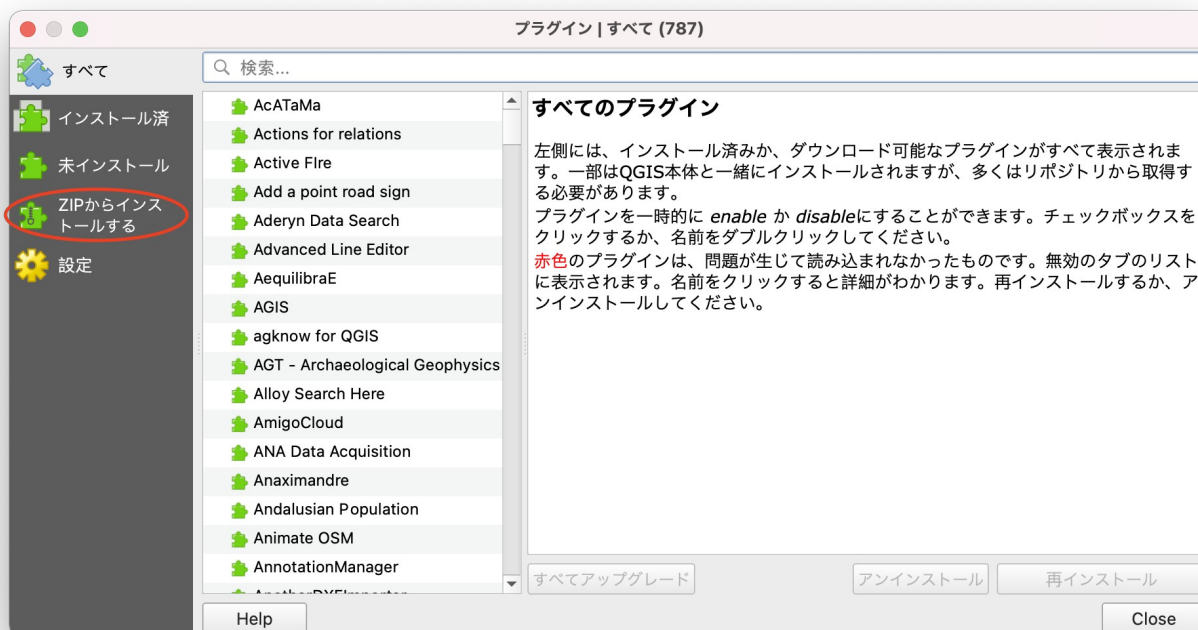
## 2-2. Plugin のインストール

本 Plugin ソフトウェアを QGIS にインストールします。

QGIS のメニューより、「プラグイン>プラグインの管理とインストール」を選択します。



表示されたプラグインのダイアログより「ZIP からインストールする」を選びます。



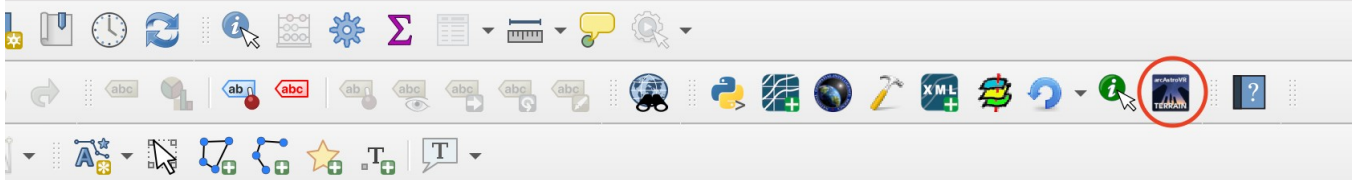
ZIP ファイルの入力欄に、本ソフトウェアファイル「terrain4arcastrovvr.zip」をドラッグ&ドロップし、インストールファイルの場所を設定します。（入力欄右のボタンからファイル選択でも可能です）



「インストール」ボタンを押すとインストールが開始されます。

「インストールが完了しました」の表示が出たら、右下の「Close」ボタンを押してダイアログを閉じます。

QGIS アイコンバー 2 段目の右端から 2 番目に、Terrain for arcAstroVR のアイコンが表示されていれば、本 Plugin ソフトウェアのインストールは成功です。



## 3. GIS(地理情報システム)の基本

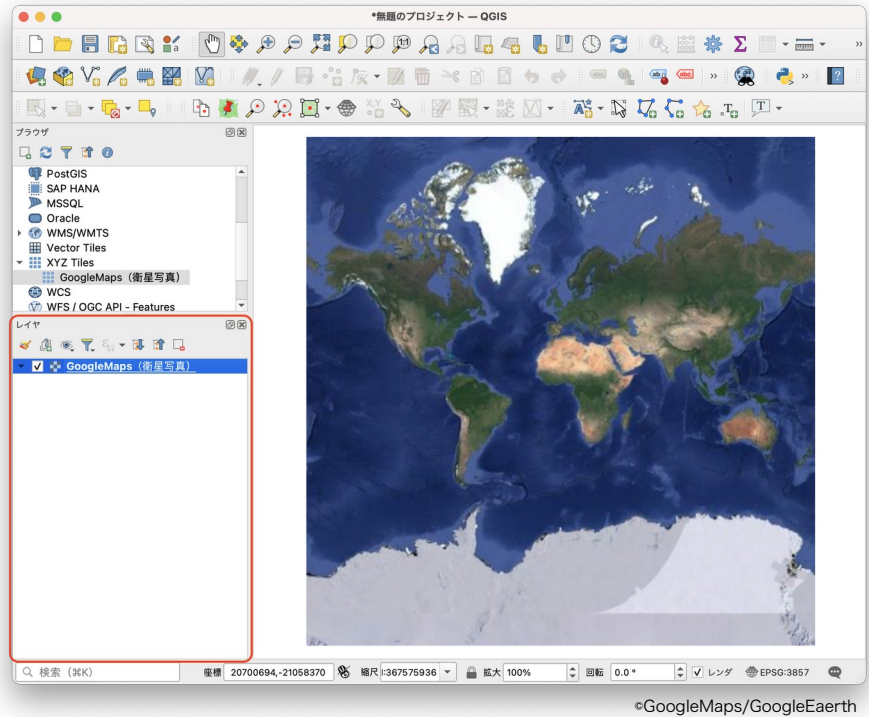
### 3-1. データ種別とレイヤ

GIS とはさまざまな地形データを取り扱うためのシステムで、無料ソフトでは QGIS、有料ソフトでは ArcGIS などが有名です。GIS では大まかに 3 種類のデータタイプを扱います。

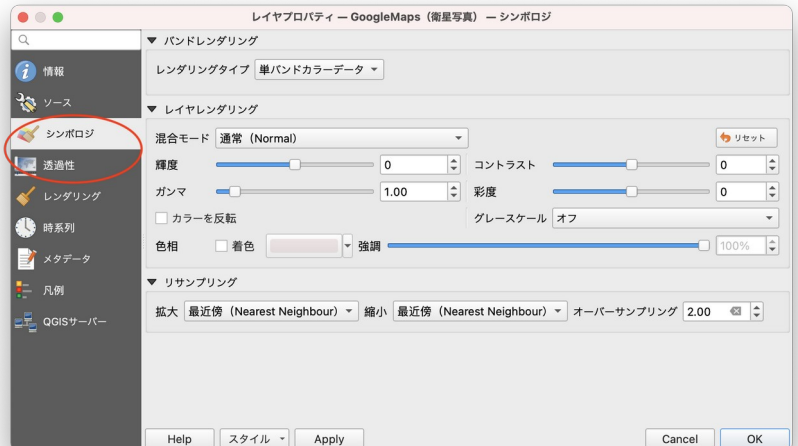
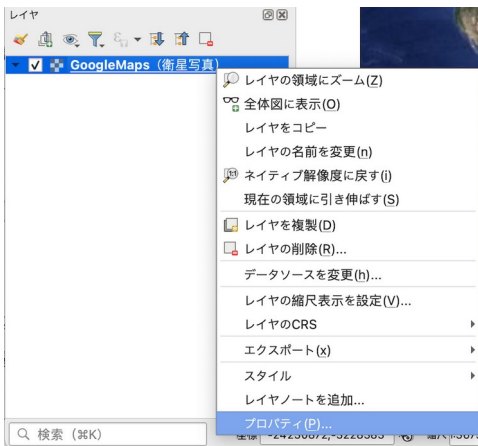
ラスターデータ	画素ピクセルが縦横に並んでいる画像データのことを示します。拡大すると画素ピクセルが大きくなり、ジャギーが発生します。標高データはこのタイプであることが多く、一般的に jpg や gif, tif などの画像フォーマットが使用されます。
ベクターデータ	座標で構成されるデータのことを示します。線や面などを座標のつながりで表現しているため、拡大しても滑らかな表示になります。地物データはこのタイプであることが多く、一般的に shp などのベクトルフォーマットが使用されます。
XYZ タイルデータ	ラスターデータの一種ですが、GoogleMaps のように、拡大率・場所に応じて、タイル上の画像を集め、つなぎ合わせて表示させるデータです。地図データはこのタイプであることが多く、一般的に URL が使用されます。

QGIS では表示する地図をレイヤで管理しています。

QGIS の左にあるレイヤ欄に、ラスターデータやベクターデータやXYZ タイルデータを登録すると、地理情報システムにより位置・サイズ・投影方法が調整され、メイン画面にレイヤの順番で重ね表示されます。また、レイヤ毎に透明度（レイヤ右クリック>プロパティ>透過性）やブレンド方法（レイヤ右クリック>プロパティ>シンボロジ）を調整できるので、さまざまな重ね書きも可能です。



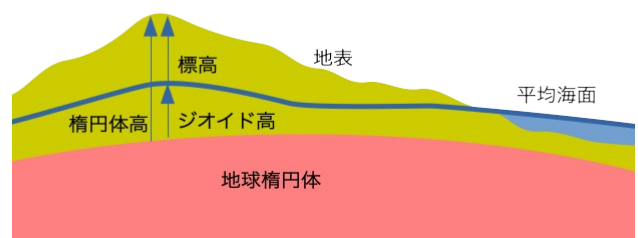
©GoogleMaps/GoogleEaerth



### 3-2. 楕円体高・ジオイド・標高

地球は楕円球体の形状をしており、WGS84 と呼ばれる楕円球モデルで表現されます。しかしながら、標高0m 地点は必ずしも楕円球の表面に一致しません。標高0m の定義は、地球表面が海水で満たされた場合の平均海面を示すとしており、重力の地域偏重によって、標高0m と WGS84 楕円体とは約-67m~+79m の差が発生します。この差分をジオイド高といい、標高0m と一致する面をジオイドといいます。ジオイド高と標高を足したものを楕円体高とよび、WGS84 楕円体からの地形の高さに一致します。

一般に公開されている地形データは、ジオイドの揺らぎによる高低変化は含まない標高データですので、VR 空間に正確な地形を再現しようとする際にはジオイド高のデータ補完が必要不可欠となります。arcAstroVR では標高にジオイド高を加えた楕円体高の地形データを使用しています。



### 3-3. 投影方式

地図や標高データで使用されることの多いメルカトル図法やミラー図法は、経線・緯線が直角に交わる直角座標系で表されており、極地方に近づくにつれ、距離や面積が拡大され、大きく歪む特徴を持ちます。

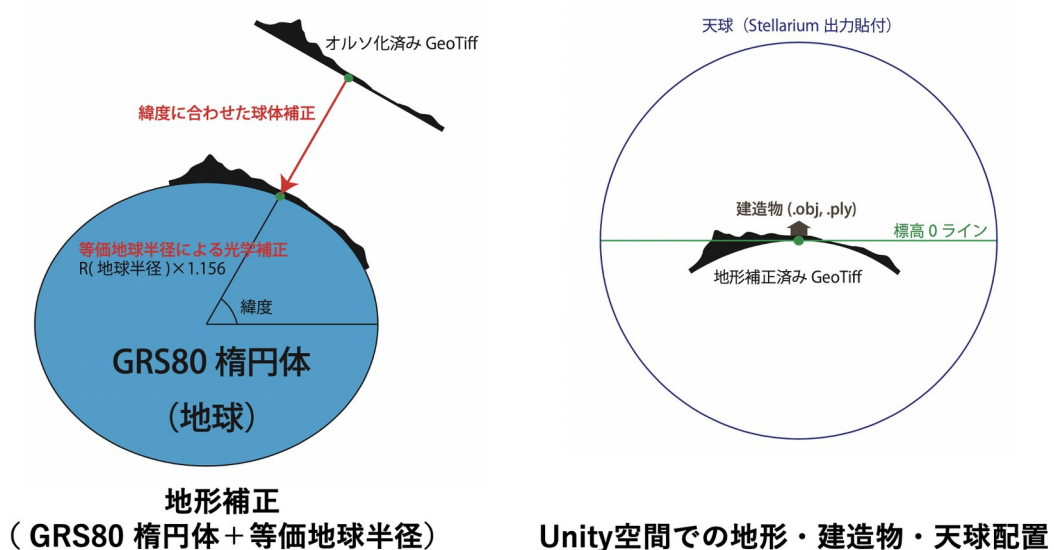
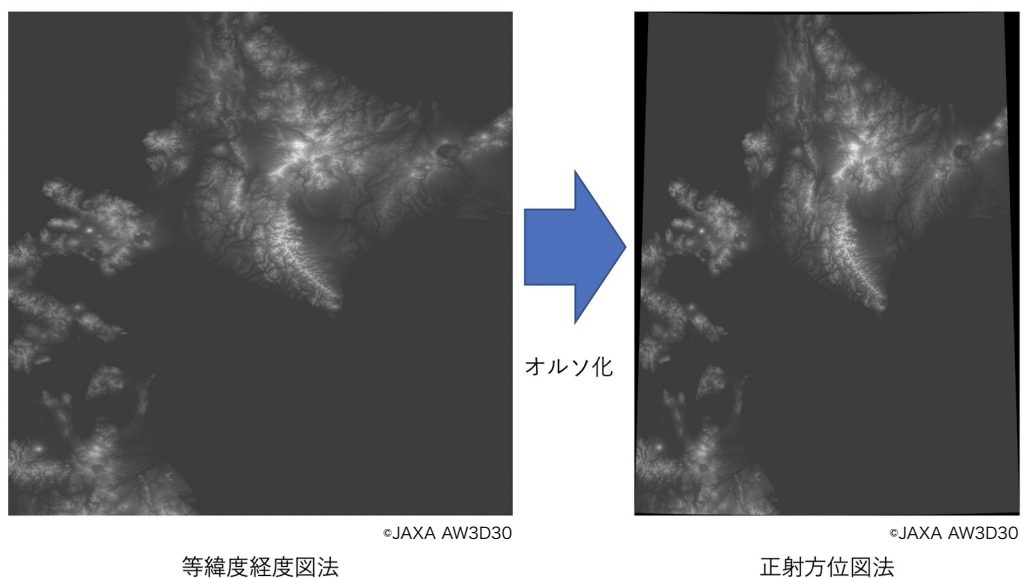
一方、観測地点を中心とした周囲の正確な形状を示すのは、正射方位図法になります。そのため arcAstroVR 用の地形データ作成には、標高データの正射方位図法への変換が行われます。また、高さ方向にも球体の丸みに沿った地面降下が計算され、地球楕円体上の地形再現が行われています。

## 4. arcAstroVR の地形フォーマット

標高データは、経線・緯線が直角に交わる直角座標で提供されていることが多く、また、VR 空間内にそのまま展開すると、無限遠まで続く平面世界となってしまいます。

実際の地形を再現するには、地球の丸みに沿わせた地形の変形（オルソ化）や球体補正、また、大気のレンズ効果によって遠くまで見える効果を考慮に入れた等価地球半径による光学補正を行う必要があります。

arcAstroVR 用地形にはこれらの補正を行った地形データが使用されます。



## 5. arcAstroVR 用地形の作成

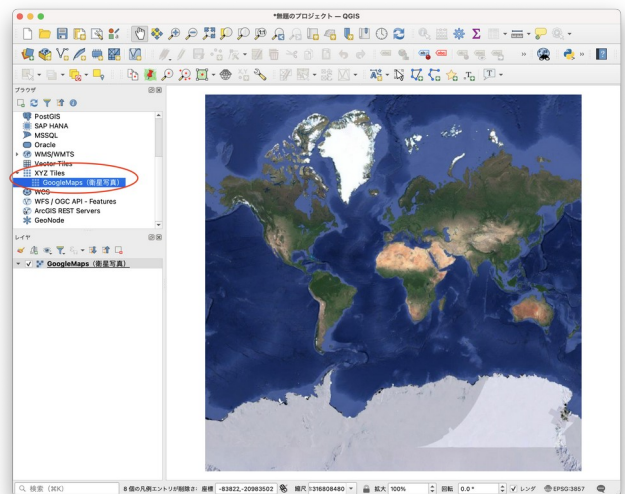
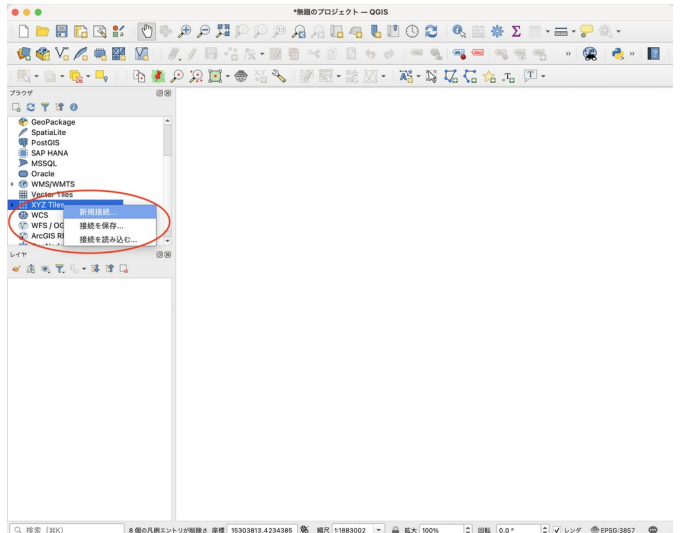
arcAstroVR 用地形の制作は、各種地形データのレイヤ作成から始めます。すでに、各種データをお持ちでレイヤ作成済みの場合は、「5-5. Plugin による arcAstroVR 用地形データの出力」まで飛ばしていただいても構いません。

### 5-1. テクスチャレイヤの作成

arcAstroVR 用地形に貼り付ける衛星写真や地図などを、QGIS に登録・表示します。

これには、ズームレベルに応じて適切な解像度のラスター画像が表示される XYZ タイル形式 (3-1 データ種別参照) がおすすめです。ここでは Google Maps の衛星画像を例にテクスチャレイヤを作成してみます。

1. QGIS の左欄にあるブラウザから XYZ Tiles をクリックし「新規接続…」を選びます
2. XYZ 接続のダイアログで名前欄に「GoogleMaps (衛星写真)」と入力し、URL 欄には「`http://mt1.google.com/vt/lyrs=s&x={x}&y={y}&z={z}&s=Ga`」を入力し、「OK」ボタンを押します。
3. ブラウザ欄の「XYZ Tiles」の下に、新規に登録された XYZ 接続「GoogleMaps (衛星写真)」が追加されています。この「GoogleMaps (衛星写真)」をダブルクリックすると、ブラウザ欄下のレイヤ欄に「GoogleMaps (衛星写真)」が追加され、メイン画面に衛星写真が表示されます。
4. メイン画面では、マウスのホイール操作で拡大縮小、マウス左ボタンのドラッグで移動、マウスの右ボタンでマウス位置の座標取得をすることができます。



他にも、XYZ タイルの URL はさまざまところで公開されています。以下に代表的な無料 XYZ タイルの URL を記載します。目的に応じて使い分けると良いでしょう。

Google Maps	
クレジット表記：© Google	
道路地図	<a href="http://mt1.google.com/vt/lyrs=m&amp;x={x}&amp;y={y}&amp;z={z}&amp;s=Ga">http://mt1.google.com/vt/lyrs=m&amp;x={x}&amp;y={y}&amp;z={z}&amp;s=Ga</a>
衛星画像	<a href="http://mt1.google.com/vt/lyrs=s&amp;x={x}&amp;y={y}&amp;z={z}&amp;s=Ga">http://mt1.google.com/vt/lyrs=s&amp;x={x}&amp;y={y}&amp;z={z}&amp;s=Ga</a>
ハイブリッド衛星画像	<a href="http://mt1.google.com/vt/lyrs=y&amp;x={x}&amp;y={y}&amp;z={z}&amp;s=Ga">http://mt1.google.com/vt/lyrs=y&amp;x={x}&amp;y={y}&amp;z={z}&amp;s=Ga</a>
国土地理院 (タイル一覧： <a href="https://maps.gsi.go.jp/development/ichiran.html">https://maps.gsi.go.jp/development/ichiran.html</a> )	
クレジット表記：© 国土地理院	
標準地図	<a href="https://cyberjapandata.gsi.go.jp/xyz/std/{z}/{x}/{y}.png">https://cyberjapandata.gsi.go.jp/xyz/std/{z}/{x}/{y}.png</a>
全国最新写真	<a href="https://cyberjapandata.gsi.go.jp/xyz/gmld_glcnm2/{z}/{x}/{y}.png">https://cyberjapandata.gsi.go.jp/xyz/gmld_glcnm2/{z}/{x}/{y}.png</a>
色別標高図	<a href="https://cyberjapandata.gsi.go.jp/xyz/relief/{z}/{x}/{y}.png">https://cyberjapandata.gsi.go.jp/xyz/relief/{z}/{x}/{y}.png</a>
土地被覆：GLCNMO	<a href="https://cyberjapandata.gsi.go.jp/xyz/gmld_glcnm2/{z}/{x}/{y}.png">https://cyberjapandata.gsi.go.jp/xyz/gmld_glcnm2/{z}/{x}/{y}.png</a>
植生：樹木被覆率	<a href="https://cyberjapandata.gsi.go.jp/xyz/gmld_ptc2/{z}/{x}/{y}.png">https://cyberjapandata.gsi.go.jp/xyz/gmld_ptc2/{z}/{x}/{y}.png</a>
Open Street Map (タイル一覧： <a href="https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Tiles">https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Tiles</a> )	
クレジット表記：© OpenStreetMap contributors	
Standard	<a href="http://tile.openstreetmap.org/{z}/{x}/{y}.png">http://tile.openstreetmap.org/{z}/{x}/{y}.png</a>
Black & White	<a href="http://tiles.wmflabs.org/bw-mapnik/{z}/{x}/{y}.png">http://tiles.wmflabs.org/bw-mapnik/{z}/{x}/{y}.png</a>

テクスチャレイヤに XYZ tiles のデータを使わず、ご自身で用意された写真や画像を使用することも可能です。地理情報があらかじめ埋め込まれている GeoTiff 形式の画像であれば、QGIS 左のレイヤ欄に GeoTiff をドラック&ドロップするだけで登録完了です。一方、地理情報が含まれていない通常の jpg や gif などを使用する場合は、写真や画像の位置合わせ工程が必要になります。やり方については「QGIS 写真位置合わせ」等で検索してみてください。

## 5-2. 標高レイヤの作成

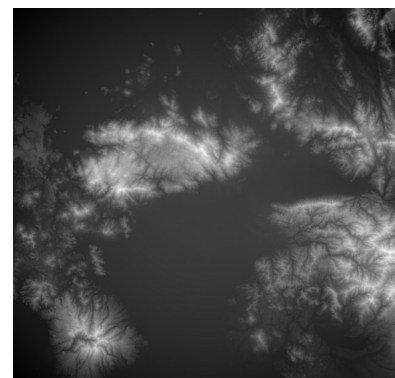
### 5-2-1. 標高データの準備

arcAstroVR 用の地形を作成するには、元となる標高データを用意する必要があります。

標高データにはさまざまな形式がありますが、このプラグインでは高低をグレイの濃淡で表し、地理情報を内包する **GeoTiff (拡張子は.tiff または.tif)** と呼ばれる画像形式を使用します。

GeoTiff ファイルを QGIS の左のレイヤ欄にドラッグ&ドロップすると、QGIS に登録することができます。

GeoTiff 形式の標高データは、さまざまところで有料・無料で公開されており、またご自身で測量したデータから作成することも可能です。ここでは、いくつかの無料公開サイトをご紹介します。



©JAXA AW3D30

GeoTiff の画像例



## 宇宙航空研究開発機構(JAXA):ALOS World 3D - 30m (AW3D30)

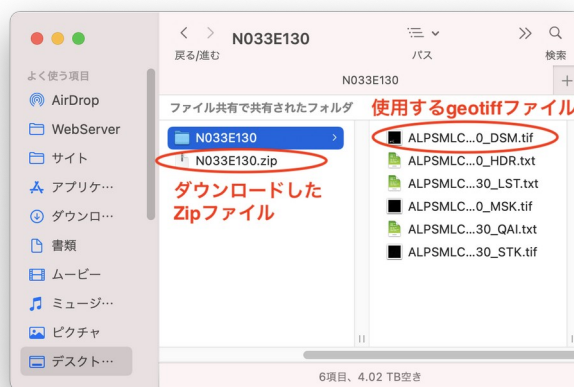
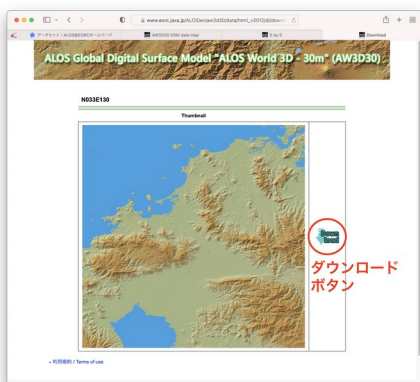
[https://www.eorc.jaxa.jp/ALOS/jp/dataset/aw3d30/aw3d30\\_j.htm](https://www.eorc.jaxa.jp/ALOS/jp/dataset/aw3d30/aw3d30_j.htm)

宇宙航空研究開発機構(JAXA)では、陸域観測技術衛星「だいち」(ALOS)によって撮影したデータから、30m相当解像度の全地球数値標高データを無償公開(要登録)しています。

1. ユーザー登録ページ ([https://www.eorc.jaxa.jp/ALOS/aw3d30/registration\\_j.htm](https://www.eorc.jaxa.jp/ALOS/aw3d30/registration_j.htm)) で、ユーザー登録をすると、パスワードがメールで送られてきます。
2. パスワードを入手したら、ダウンロードページ (<https://www.eorc.jaxa.jp/ALOS/en/aw3d30/data/index.htm>) に行き、地図上のダウンロードしたいエリアをクリックします。初回時は、ここでIDとパスワードの入力を求められます。
3. 全地球分の一括ダウンロードは出来ないなので、エリアをクリックし、ダウンロードが可能なサイズまで拡大する必要があります。「Download」ボタンが表示されるころまで拡大したら、「Download」を押しダウンロードします。
4. 選択したエリアの緯度経度をファイル名にした zip ファイル (N033E130.zip 等) がダウンロードされます。zip 解凍すると中に含まれている ALPSMLC30\_(緯度経度)\_DSM.tif というファイルが確認されます。このファイルが地形作成に使用する 30m 解像度の標高データ GeoTiff です。



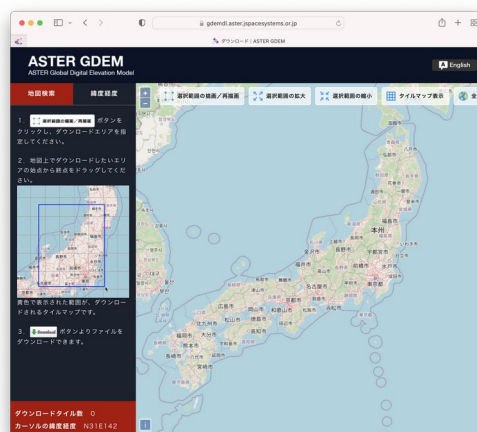
AW3D30のダウンロードページ



## 経済産業省/米国航空宇宙局(NASA):ASTER 全球3次元地形データ

<https://gdemdl.aster.jspacesystems.or.jp>

ALOS World 3D - 30m (AW3D30)と同じく、無償公開されている 30m 相当解像度の全地球数値標高データです。こちらも同じく地図上でエリアを指定し、GeoTiffをダウンロードします。

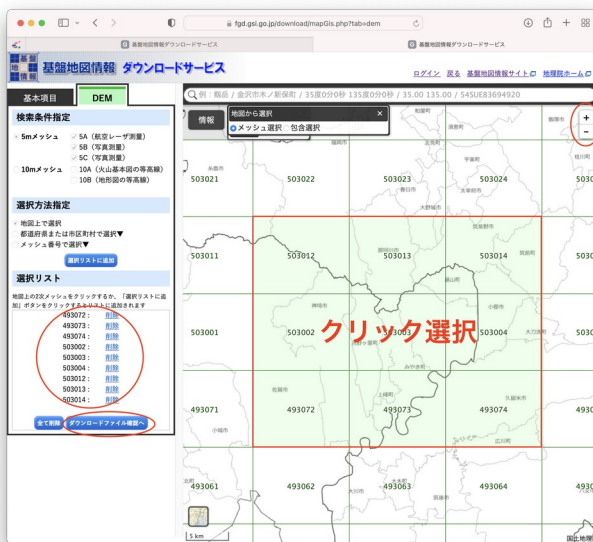


# 国土地理院: 基盤地図情報数値標高モデル DEM5A

<https://fgd.gsi.go.jp/download/menu.php>

国土地理院では、主に航空測量のデータから、日本全土をカバーする 5m 解像度の標高データを無償公開(要登録)しています。

1. 新規登録ページ (<https://ssosv.gsi.go.jp/piss/Attention.aspx>) から、ユーザー登録をすると、パスワードがメールで送られてきます(仮登録・本登録などの作業があります)。
2. ダウンロードページ (<https://fgd.gsi.go.jp/download/mapGis.php?tab=dem>) で、右上の「+,-」ボタンやマウスホイールの回転で適当なサイズに地図を拡大縮小し、ダウンロードしたいエリアをクリックします。
3. クリックした箇所は、左の選択リストに追加されます。必要領域が全て選択リストに登録されたら、選択リスト下の「ダウンロード確認へ」のボタンをクリックします。
4. 「このページをまとめてダウンロード」ボタンを押し、ダウンロードします(この時点で、ログインを求められますので、ID とパスワードを入力します。利用目的の簡単なアンケートもこの時求められます)。



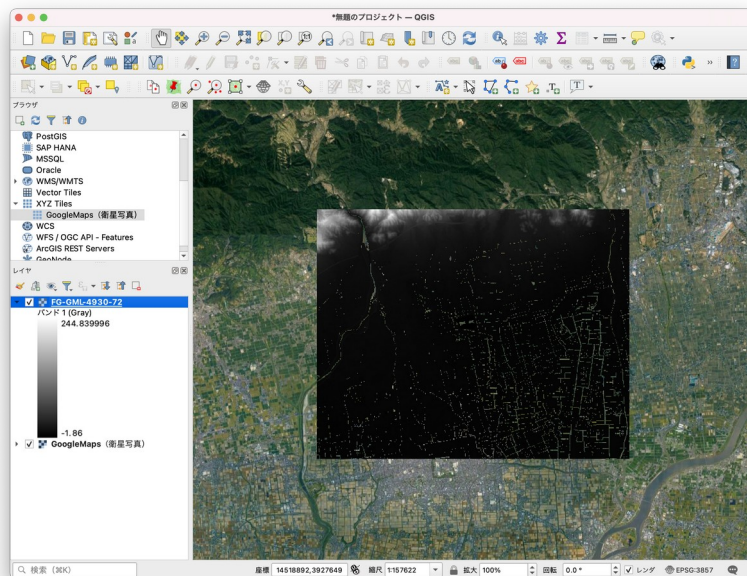
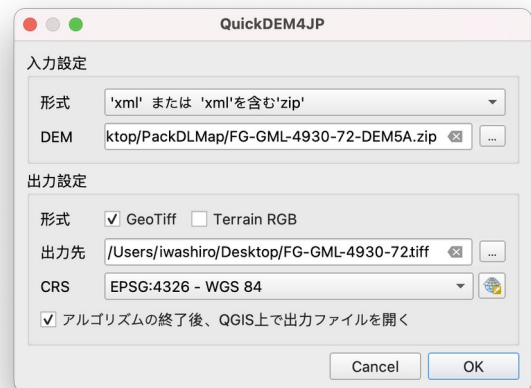
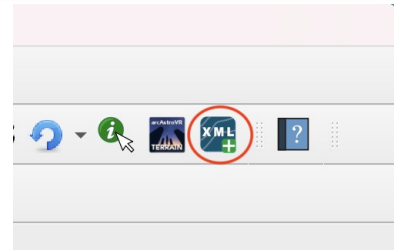
5. PackDLMap.zip というファイルがダウンロードされ、解凍するとさらに細分化されたエリアの zip ファイルが含まれているのがわかります。この細分化エリアの zip を解凍しても、中には.xml ファイルのみで GeoTiff ファイルはありません。そのため GeoTiff に変換するか、plugin を使って直接 QGIS に読み込む必要があります。

国土地理院基盤地図情報を GeoTiff に変換するソフトには以下のようなものがあります。

- Windows 用: 基盤地図情報標高 DEM 変換ツール  
<https://www.ecoris.co.jp/contents/demtool.html>
- Mac 用: 基盤地図情報変換 (DemConv)  
<http://www.jizoh.jp/pages/download.html#DemConv>

6. ソフト等を使用してGeoTiffを作成しない場合は、QGISのプラグイン「QuickDEM4JP」を使用して、国土地理院のデータを直接QGISに取り込むこともできます。

1. QGISのメニューより、「プラグイン>プラグインの管理とインストール」を選択します。
2. 表示されたプラグインのダイアログより「全て」を選びます。
3. 「QuickDEM4JP」を選択し、「インストール」ボタンを押します。
4. 2段目のアイコンバーから「QuickDEM4JP」のアイコンボタンを押し、プラグインを起動します。
5. 入力設定>形式に「xml'または'xml'を含む'zip」を選び、入力設定>DEMにエリアのzipファイル（FG-GML-4930-72-DEM5A.zip）等を設定します。  
（入力欄右の「…」ボタンからファイルを選択する際には、下部のプルダウンを「\*.zip」に変更してください。）
6. 出力設定>形式で「GeoTiff」にチェック、出力設定>出力先で、作成したGeoTiffの保存先を指定します。「CRS」「アルゴリズムの終了後、QGIS上で出力ファイルを開く」はデフォルトのまま、で結構です。
7. 「OK」ボタンを押すと、GeoTiffが作成され、QGISに読み込まれます。



## 5-2-2. GeoTiff ファイルの登録と統合

arcAstroVR では規模に応じて、2種類の地形データに分けて取り扱っています。

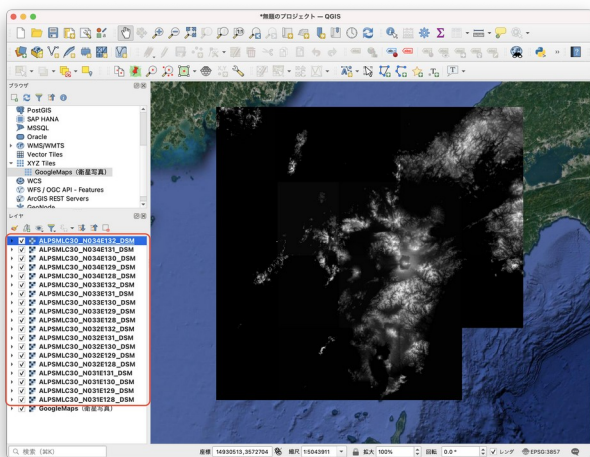
- ・基本地形：解像度 24.4m メッシュ、300km 四方のエリア。
- ・詳細地形：解像度 0.1m~10m、102.4m~10240m（解像度×1024m）四方のエリア

なお、基本地形データは必須のデータですが、詳細地形データは必ずしも必要ではありません。

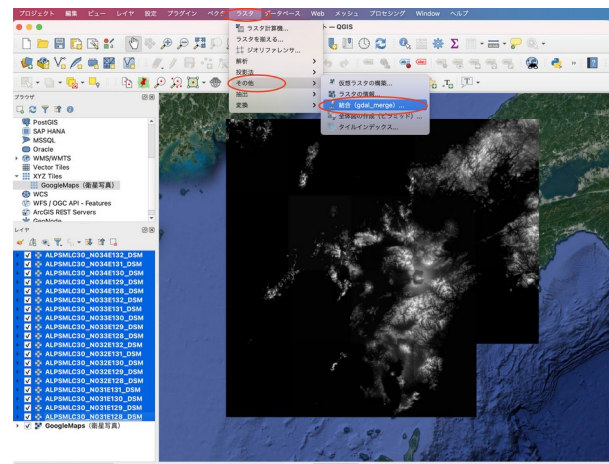
今回の例では、吉野ヶ里遺跡（緯度：33.326902、経度：130.386323）の地形を作成するものとし、基本地形用には、Jaxa の ALOS World 3D - 30m (AW3D30) から、吉野ヶ里遺跡を中心とした半径 150km を含む以下のデータをダウンロードしてみました。

- ・ N031E128, N031E129, N031E130, N031E131, N032E128, N032E129, N032E130, N032E131, N032E132, N033E128, N033E129, N033E130, N033E131, N033E132, N034E128, N034E129, N034E130, N034E131, N034E132（計 19 ファイル）

これらの複数の GeoTiff を QGIS に登録し、一つのレイヤに統合します。

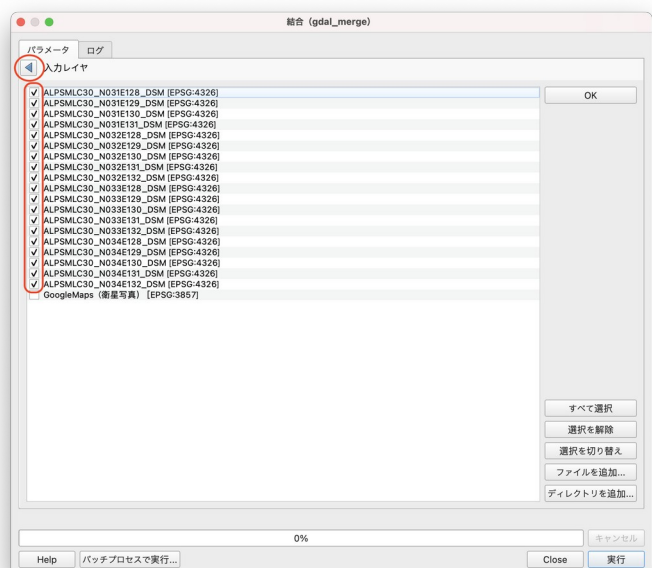


©GoogleMaps/GoogleEaerth, ©JAXA AW3D30



©GoogleMaps/GoogleEaerth, ©JAXA AW3D30

1. ダウンロードした ALPSMLC30\_(緯度経度)\_DSM.tif という名前のファイルを全て QGIS 左のレイヤ欄にドラッグ&ドロップします。（1 ファイル 1 レイヤとして登録されます）
2. 「QGIS メニュー>ラスタ>その他>結合 (gdal\_merge)」を選び、表示された「結合 (gdal\_merge)」ダイアログの入力レイヤ欄「…」ボタンを押します。
3. 登録した GeoTiff のレイヤにチェックを入れ、左上の「◀」ボタンから、パラメータ画面に戻ります。



- 出力レイヤ欄「…」ボタンを押し、出力先と出力ファイル名（今回は、「User/Iwashiro/Desktop/30mDEM.tif」としました）を設定します。
- 「実行ボタン」を押し、計算が終了したら「Close」ボタンを押して「結合 (gdal\_merge)」ダイアログを閉じます。
- レイヤ欄に「30mDEM」という統合されたレイヤが作成されましたので、統合前の個別レイヤを選択し、「右クリック>レイヤの削除」で削除します。
- 以上で複数の GeoTiff を QGIS に登録し、「30mDEM」というレイヤに統合を終了しました。

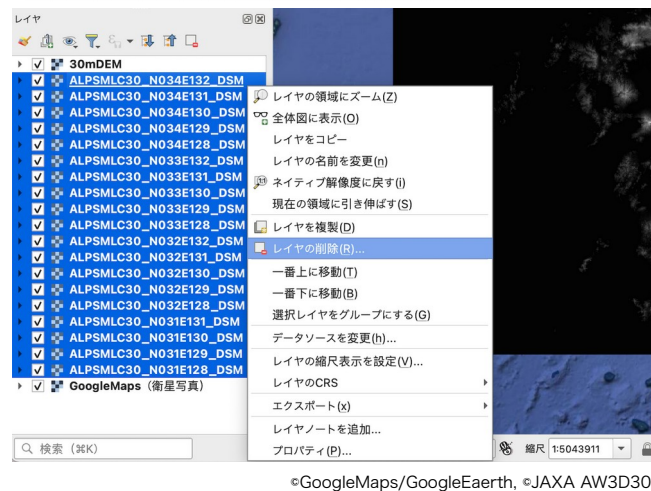


詳細地形用レイヤも同様に、国土地理院の「基盤地図情報数値標高モデル DEM5A」から作成してみます。

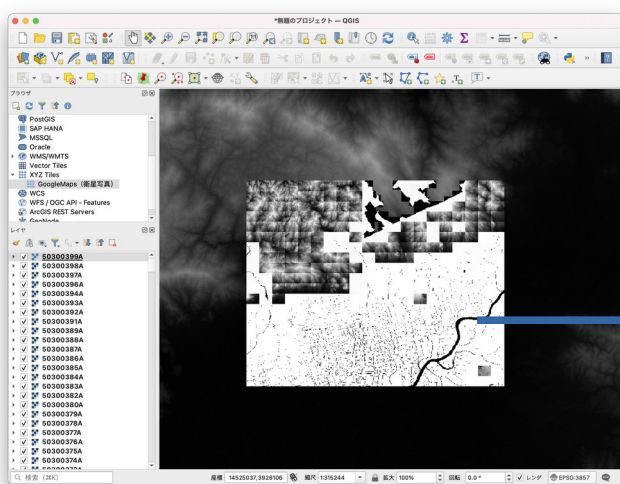
詳細地形に使用される画像は横 1024px、縦 1024px に固定されています。そのため、5m メッシュ解像度の標高データを使用する際には、 $1024px * 5m = 5120m$  四方のエリアが詳細地形として作成されます。今回は吉野ヶ里遺跡を中心とした半径 2.5km を含む以下のデータをダウンロードしてみました。

- FG-GML-4930-72-DEM5A, FG-GML-4930-73-DEM5A, FG-GML-5030-02-DEM5A, FG-GML-5030-03-DEM5A

これらのデータを 基盤地図情報変換ツールで GeoTiff 化し、先ほどと同じ手順で QGIS に登録し、一つのレイヤ「5mDEM」として統合します。

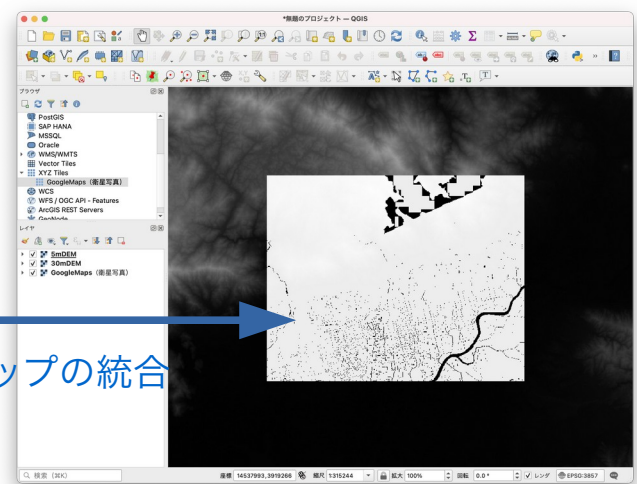


©GoogleMaps/GoogleEaerth, ©JAXA AW3D30



©JAXA AW3D30, ©国土地理院 DEM5A

マップの統合



©JAXA AW3D30, ©国土地理院 DEM5A

## 5-3. ジオイドレイヤの作成

3次元空間での正確な起伏を知るには、標高データだけではなくジオイドデータが必要になります。

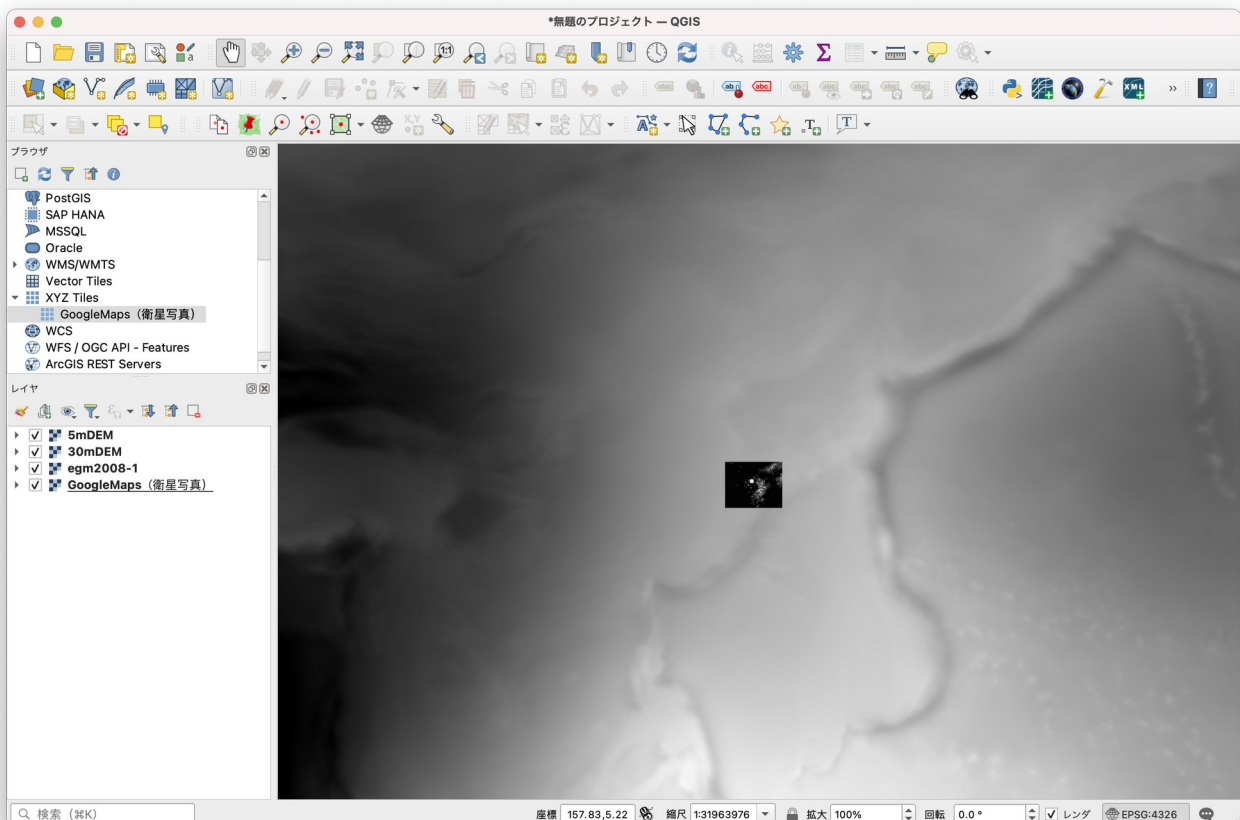
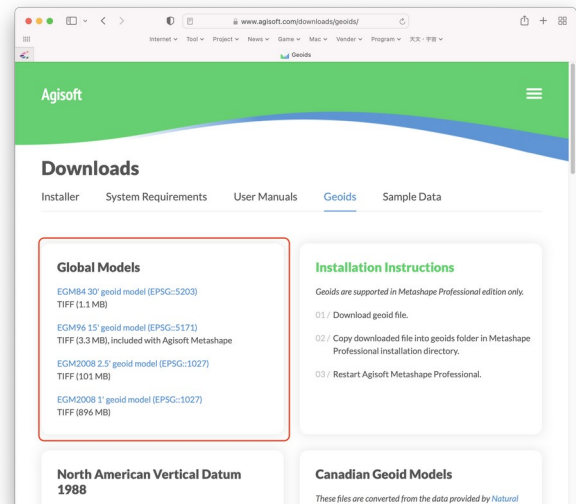
ジオイドは、局所重力による地球楕円体からの平均海面揺らぎを表したもので、約-67m~+79mの変動値を取ります。しかしながら、数kmのエリアでジオイドによる大幅な高さ変化を示すことはありません。そのためジオイドデータがなくても、実際上の使用範囲では相対的な高低差に大きな差は生じませんが、より精密な地形表現を求める場合には、ジオイドデータを考慮に入れる必要があるでしょう。（参照：3-2. 楕円体高・ジオイド・標高）

ジオイドもまたさまざまなところで無料公開されています。国土地理院はxml形式の精密な日本のジオイドを公開していますが、最初から全地球をカバーするGeoTiffとして、AgiSoftが公開しているGeoTiffデータが使いやすいでしょう。

### AgiSoft (<https://www.agisoft.com/downloads/geoids/>)

ジオイドデータは観測時期や測定精度によって、幾つかのファイルに分けられています。重力の揺らぎが少ない平面が広がる領域では、30'単位の解像度を持つEGM84 30' geoid model (EPSG::5203)でも十分と思われれます。一方、高山が複雑に入り組む山脈地帯の場合は、1'の解像度を持つEGM2008 1' geoid model (EPSG::1027)が好ましいかもしれません。

希望解像度のGeoTiffをダウンロードしたら、QGIS左のレイヤー欄にファイルをドラッグ&ドロップして登録します。



## 5-4. マスクレイヤの作成

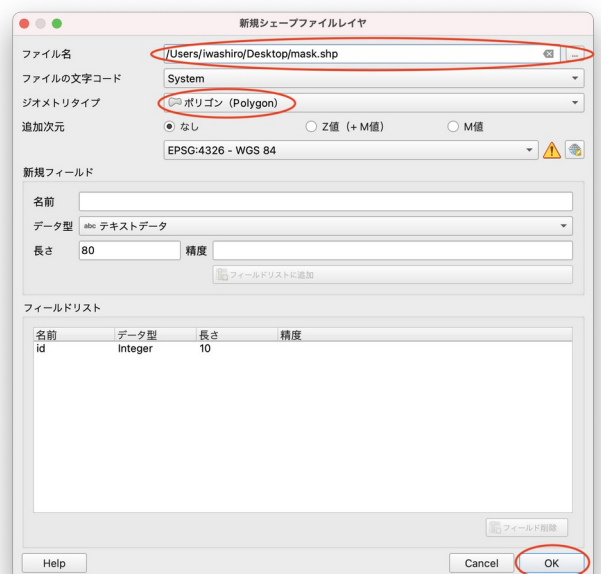
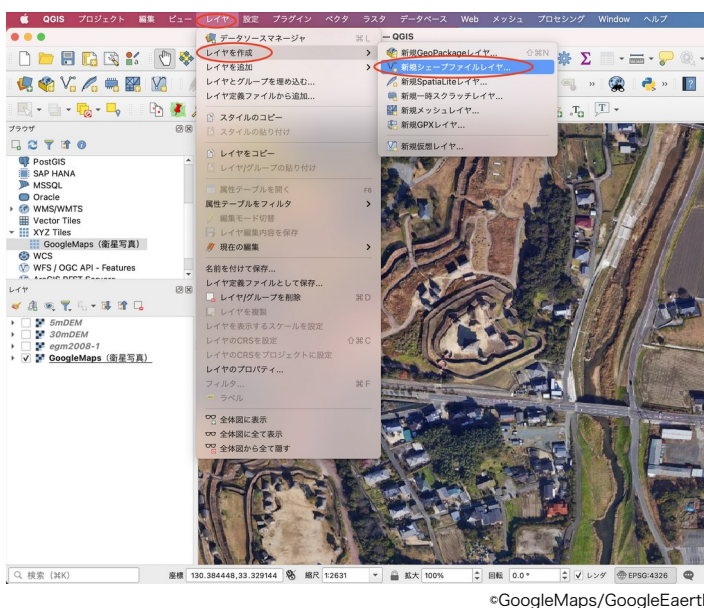
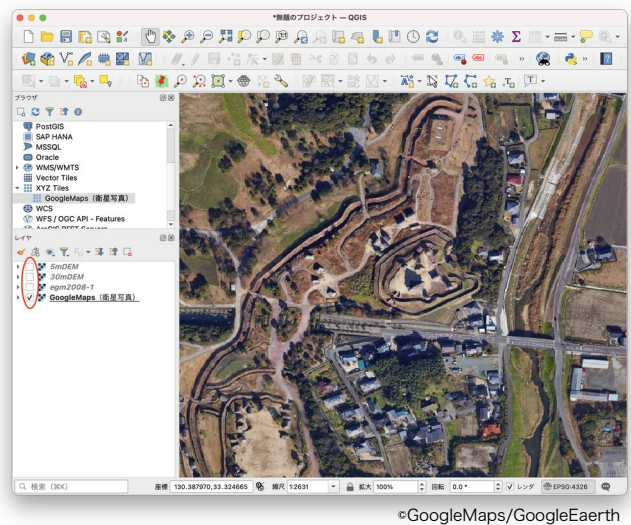
arcAstroVR の空間では、基本地形や詳細地形、3D モデルを本来の標高位置にセットすると、基本地形が詳細地形や3D モデルの上に突き出たり、詳細地形が3D モデルの上に突き出たりすることがあります。

30m メッシュの基本地形は1m 前後の高さ誤差を含むことが多いため、数10cm 程度の高さ誤差を含む詳細地形よりも、上になることはよくあります。

しかしながら、基本地形よりも詳細地形、詳細地形よりも3D モデルを優先して表示し、突き抜けが生じないことが本来目的とする表示です。現状では、VR 空間内で突き抜けの表示非表示コントロールを行うことは非常に負荷が高く、動作が遅くなるため、そもそもの地形を作成する際に、詳細地形がある箇所は基本地形が低くなるような自動処置を行っています。

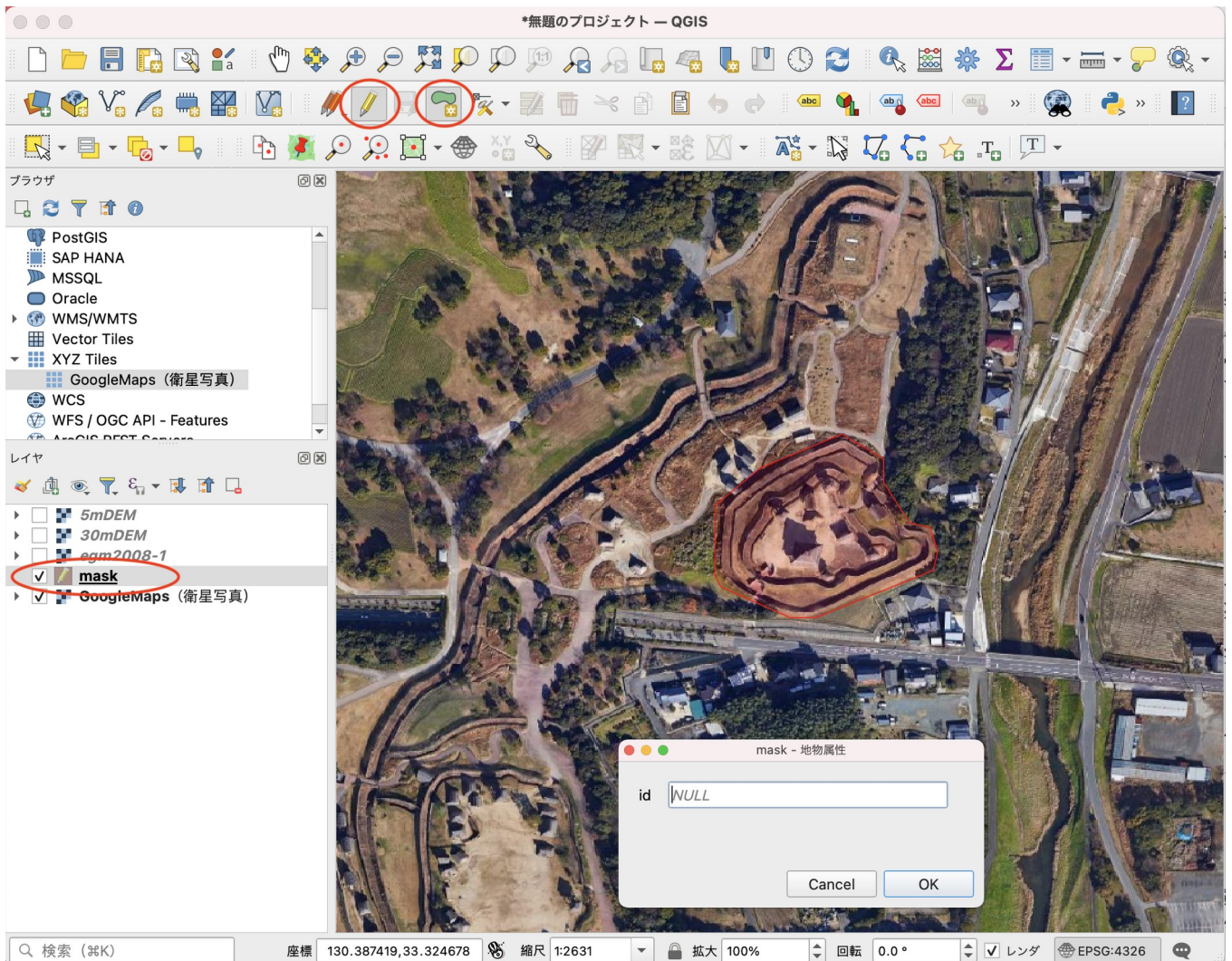
同様に、詳細地形でも3D モデルがある領域の高さを抑える処理を行いたい時のために、マスクレイヤによる地形降下を指定することができます。

1. レイヤ欄で、衛星写真以外のレイヤ表示をOFFにし、衛星写真をもとにマスクを作れるようにします。
2. 「QGIS メニュー>レイヤ>レイヤを作成>新規シェープファイルレイヤ」を選択します。(マスクファイルを保存する必要がなければ「新規一次スクラッチレイヤ」でも構いません)
3. ファイル名の「…」ボタンから、保存場所とファイル名を指定します。ここでは「/Users/iwashiro/Desktop/mask.shp」としてみました。



4. ジオメトリタイプを「ポリゴン」にします。
5. 「OK」ボタンを押すとダイアログが閉じ、QGIS 左のレイヤ欄に「mask」が追加されました。

- ベクタレイヤの「編集モード」ボタン（鉛筆アイコン）を押し、続けて2つ右側にある「ポリゴン地物追加」ボタンを押します。
- メインウィンドウで、マスクしたい縁をマウスで左クリックしてポリゴンを作成していきます。
- マウスの右クリックでポリゴン作成は終了します。この時、id 番号の入力を求められますが、「NULL」のまま「OK」ボタンで構いません。必要であれば、他の箇所にも続けてポリゴンの作成を行います。
- 以上でMask作成は終了です。今回は、3Dポリゴン化した吉野ヶ里遺跡の北内郭を地形データの上に置く予定なので、北内郭エリアにマスクを指定してみました。



©GoogleMaps/GoogleEaerth

## 5-5. Plugin による arcAstroVR 用地形データの出力

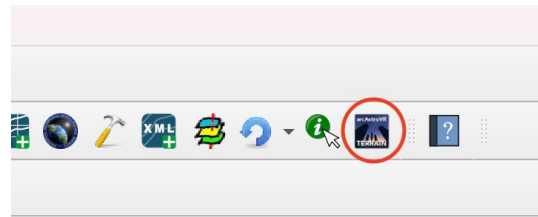
5-1.~5-3.までの作業で、以下のレイヤが作成・登録されていることを確認してください。

- 基本地形用 DEM レイヤ（必須：5-2. 標高レイヤの作成）
- 詳細地形用 DEM レイヤ（5-2. 標高レイヤの作成）
- ジオイドレイヤ（5-3. ジオイドレイヤの作成）
- テクスチャレイヤ（5-1. テクスチャレイヤの作成）
- マスクレイヤ（5-4. マスクレイヤの作成）



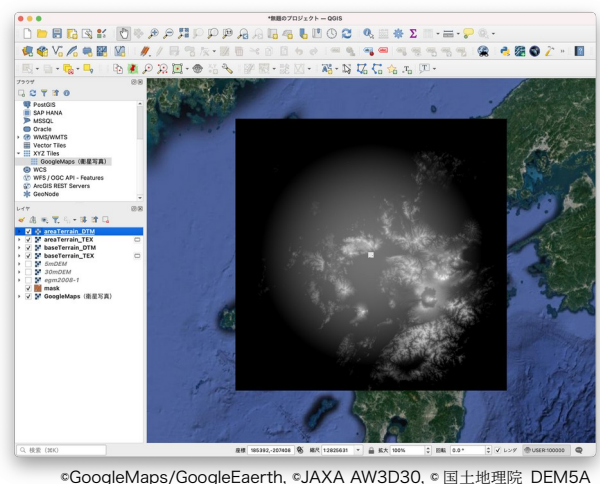
次に、QGIS のアイコンバー 2 段目にある arcAstroVR プラグインを起動し、これまで作成したレイヤの例に基づき、以下の設定を行います。

1. 緯度経度欄に観測地点の緯度経度を入力します。  
今回は、吉野ヶ里遺跡北内郭の中心位置（緯度 33.326902°, 経度 130.386323°）を入力しました。
2. 基本地形用のレイヤ設定では、  
DEM レイヤ：「30mDEM」  
Geoid レイヤ：「egm2008-1」  
Texture レイヤ：「GoogleMaps (衛星写真)」  
を選択します。
3. 詳細地形用のレイヤ設定では、  
DEM レイヤ：「5mDEM」  
Geoid レイヤ：「egm2008-1」  
Texture レイヤ：「GoogleMaps (衛星写真)」  
を選択し、メッシュ(m)には「5.0」を設定します。
4. マスクレイヤには「mask」を選択します。
5. 保存先フォルダには「/Users/iwashiro/Desktop/terrain」を指定してみました。
6. 「OK」ボタンを押すと arcAstroVR 用の地形データ作成が始まります。



注：地形の作成には非常に時間がかかります。基本地形には約 1 時間、詳細地形には 1 分ほどの時間がかかりますのでご注意ください。

7. 地形の制作が終了すると、QGIS のメイン画面は正斜投影図法に切り替わり、baseTerrain\_DTM と areaTerrain\_DTM、baseTerrain\_TEX と areaTerrain\_TEX がレイヤに作成されます。これが arcAstroVR 用に各種補正加工された画像データで、保存先フォルダに指定した場所には、これを元に arcAstroVR で読み込める形式に変換したファイル (terrain00.raw~terrain33.raw, terrain00.jpg~terrain33.jpg) が保存されています。



作成された baseTerrain\_DTM は地球の丸みに合わせて、地形の起伏が補正されていることがわかります。

## 5-6. arcAstroVR 用のデータセット作成

arcAstroVR に付属の dataset フォルダ (data\_template) をコピーし、任意の名前に変更します。

ここでは”data\_yoshinogari”と変更します。

dataset フォルダは以下の構成になっています。

```
dataset フォルダ
├─ dataset.txt : 設定ファイル
├─ object
│   └─ avatar : アバターキャラクターの保管場所
│       └─ build : 3D モデルの保管場所
└─ terrain : 地形データの保管場所
```

5-5 の操作で保存先フォルダに出力されたファイルを全て、dataset フォルダの terrain フォルダ内に入れます。その次に dataset.txt をテキストエディタで開き、下記の基本情報を設定します。

location = 観測地点名 (英語表記)

country = 国名 (英語表記)

timezone = 観測地点のタイムゾーン (-12:00~+12:00)

date = 開始時の年/月/日

time = 開始時の時:分:秒

area = 詳細地形のサイズ (詳細地形のメッシュサイズ(m) \* 1024)

今回は以下のように入力します。

```
location = Yoshinogari
country = Japan
timezone = +9:00
date = 235/12/12
time = 16:00:00
area = 5120
```

次に、観測地点の原点情報を設定します。

rp[0].name = マーカー名

rp[0].latitude = 観測地点の緯度 (°)

rp[0].longitude = 観測地点の経度 (°)

rp[0].altitude = 観測地点の楕円体高 (m)

rp[0].color = マーカーのカラーコード (16進)

rp[0].visible = マーカーの表示 (true/false)

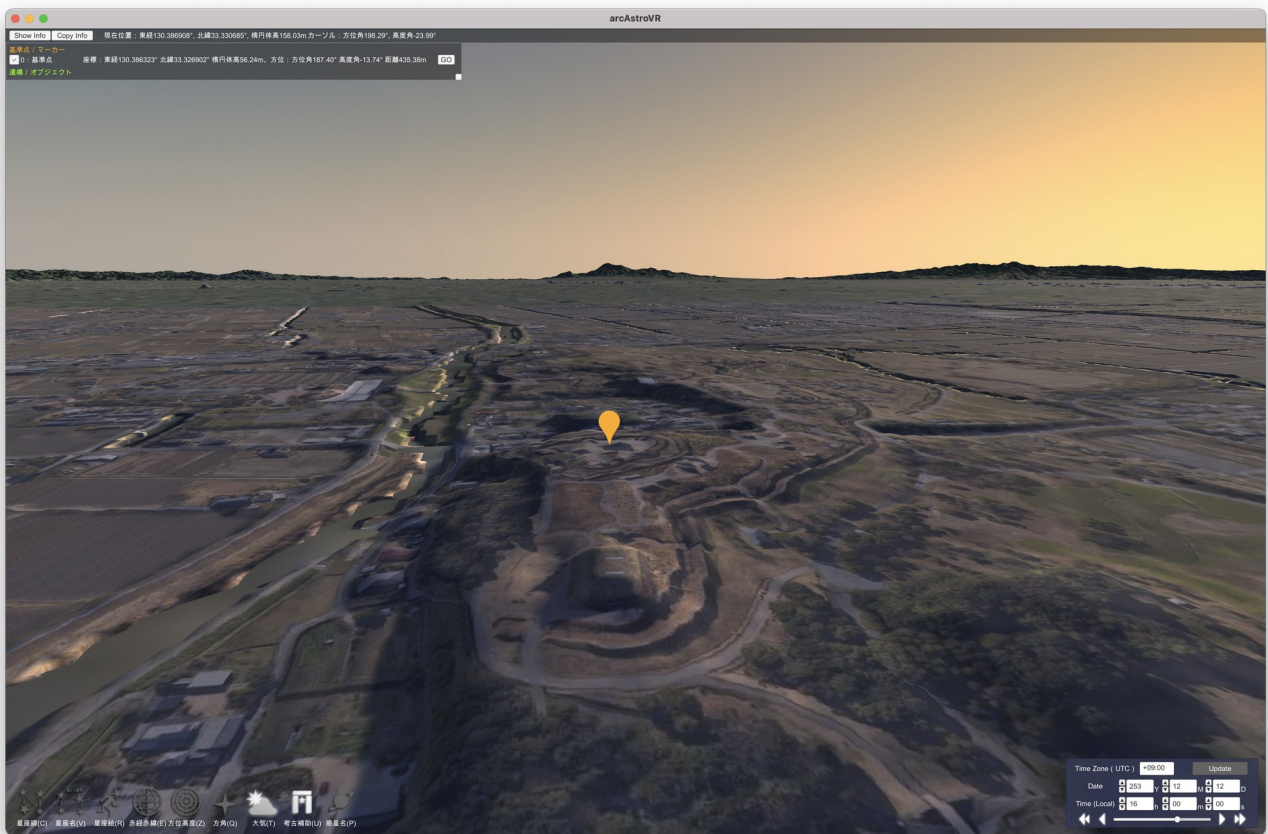
今回は以下のように設定します。

```
rp[0].name = 観測基準点
rp[0].latitude = 33.326902
rp[0].longitude = 130.386323
rp[0].altitude = 56.24
rp[0].color =
rp[0].visible = true
```

注：rp[0].altitude は、最初は観測地点の標高値 (GoogleEarth や今回準備した標高データを読み取ることなどで調べることができます) +100m ぐらいの数値を設定しておき、arcAstroVR を起動後、着地点の楕円体高を改めて rp[0].altitude に記述すると、地面にピッタリあったマーカー位置を設定することができます。

以上で dataset.txt の設定は終了です。

Stellarium と arcAstroVR を起動し、dataset.txt を指定して読み込むと、作成した地形が VR 空間内に表示されます。



なお、このデータフォーマットに対応するのは、arcAstroVR Ver.0.13 以降になります。

## 問い合わせ先

scienceNODE 岩城邦典

iwashiro@science-node.com